

## ⑫ 公開特許公報(A) 平3-234045

⑤Int.Cl.<sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑬公開 平成3年(1991)10月18日

H 01 L 23/15

7738-5F H 01 L 23/14

C

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全4頁)

⑭発明の名称 窒化アルミニウム基板およびこれを用いた半導体モジュール

⑯特 願 平2-30820

⑰出 願 平2(1990)2月9日

⑱発 明 者 白 井 隆 雄 神奈川県横浜市鶴見区末広町2-4 株式会社東芝京浜事業所内

⑲発 明 者 佐 藤 英 樹 神奈川県横浜市鶴見区末広町2-4 株式会社東芝京浜事業所内

⑳出 願 人 株 式 会 社 東 芝 神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

㉑代 理 人 弁理士 須山 佐一

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

窒化アルミニウム基板

およびこれを用いた半導体モジュール

## 2. 特許請求の範囲

(1) 窒化アルミニウム基板の一方の主面における表面粗さRaが0.5  $\mu\text{m}$ 未満で、前記窒化アルミニウム基板の他方の主面における表面粗さRaが0.5~2.0  $\mu\text{m}$ である

ことを特徴とする窒化アルミニウム基板。

(2) 一方の主面の表面粗さRaが0.5  $\mu\text{m}$ 未満である窒化アルミニウム基板と、

この窒化アルミニウム基板の前記一方の主面上に接合されたメタライズ層と、

このメタライズ層上に搭載された半導体素子と、  
前記メタライズ層と反する他方の主面であり、  
表面粗さRaが0.5~2.0  $\mu\text{m}$ である前記窒化アルミニウム基板に有機系耐熱性接合剤により接合されたヒートシンクと

を備えたことを特徴とする半導体モジュール。

## 3. 発明の詳細な説明

[発明の目的]

(産業上の利用分野)

本発明は、窒化アルミニウム基板と、この窒化アルミニウム基板に半導体素子を搭載した半導体モジュールに関する。

(従来の技術)

半導体素子の高集積化や高出力化が進むにつれて、素子からの発熱量が増大する傾向にあり、それに伴って、使用するセラミックス基板には高い放熱性が求められている。

そこで、従来から使用されているアルミナを用いたセラミックス基板に代えて、窒化アルミニウムを用いたセラミックス基板が注目されている。

窒化アルミニウム基板は、熱伝導率が大きく、パワートランジスタのような放熱量の大きい半導体素子の搭載用基板として好都合であることに加えて、半導体素子の素材となるシリコンと近似した熱膨張率を有するため、熱サイクルが繰り返されても部品側のはんだ層やメタライズ層にクラック

などの欠陥が生じるおそれがほとんどないという利点もある。

さらに、セラミックス基板を用いて半導体モジュールを作製する場合、アルミナ基板では基板の両面にメタライズ層を形成し、一方のメタライズ層上に半導体チップを搭載し、他方のメタライズ層をはんだ付けでヒートシンクと接合する必要があるが、上記窒化アルミニウム基板を半導体モジュール用の回路基板として用いることによって、必ずしも基板両面にメタライズ層を形成する必要がなく、アルミニウムなどからなる放熱性容器にシリコン樹脂などの接着剤を用いて直接接合することが行なわれている。

(発明が解決しようとする課題)

上述したように、窒化アルミニウム基板を半導体モジュール用の回路基板として用いることによって、片面のメタライズ処理を省き、ヒートシンクと接着させることができる半面、窒化アルミニウム基板とこれらヒートシンクとの接合を考慮しなければならないという問題がある。

本発明の窒化アルミニウム基板は、窒化アルミニウム基板の一方の主面における表面粗さ  $R_a$  が  $0.5 \mu\text{m}$  未満で、前記窒化アルミニウム基板の他方の主面における表面粗さ  $R_a$  が  $0.5 \sim 2.0 \mu\text{m}$  であることを特徴としている。

また、本発明の半導体モジュールは、一方の主面の表面粗さ  $R_a$  が  $0.5 \mu\text{m}$  以下である窒化アルミニウム基板と、この窒化アルミニウム基板の前記一方の主面上に接合されたメタライズ層と、このメタライズ層上に搭載された半導体素子と、前記メタライズ層と反する他方の主面であり、表面粗さ  $R_a$  が  $0.5 \sim 2.0 \mu\text{m}$  である前記窒化アルミニウム基板に有機系耐熱性接着剤により接合されたヒートシンクとを備えたことを特徴としている。

本発明において、表面粗さは中心線平均粗さ(すなわち  $R_a$  で示す)を用いている。

本発明において、窒化アルミニウム基板の一方の主面は半導体チップ等の部品を接合する面であり、その表面粗さは研削加工などにより  $R_a 0.5 \mu\text{m}$  未満とする。

すなわち、窒化アルミニウム基板を他の部材と接合する際、高い接着性を得るためには窒化アルミニウム基板の接合面の粗さがある程度大きい方が好ましく、 $R_a 0.5 \sim 2.0 \mu\text{m}$  程度の粗さが必要である。

ところが、この粗さは半導体モジュールとして半導体チップを接合する側の面においては粗すぎ、メタライズ層と窒化アルミニウム基板との十分な接合強度が得られないのである。

すなわち、窒化アルミニウム基板を用いて半導体モジュールを作製する場合、窒化アルミニウム基板の両面をそれぞれに制御する必要がある。

本発明はこのような課題を解決するためになされたもので、両主面の表面状態がそれぞれの目的に合せて制御された窒化アルミニウム基板と、このような窒化アルミニウム基板を用いて信頼性を向上させた半導体モジュールを提供することを目的とする。

[発明の構成]

(課題を解決するための手段)

$R_a 0.5 \mu\text{m}$  を超えるとメタライズ層との接合強度が低下する。

また、窒化アルミニウム基板の他方の主面は、接着剤でヒートシンクと接合する面であり、その表面粗さはホーニング等の機械加工やアルカリエッチング等の化学的処理によって、 $R_a$  が  $0.5 \sim 2.0 \mu\text{m}$  となるようにする。

接着剤による接合を行う面では、表面粗さが小さすぎると接着剤の浸透する表面積が小さいことから接合強度が充分でなく、逆に大きすぎると凹部にポイドが発生しやすく、放熱性の低下を招くことになる。

なお、このヒートシンク接合面は、窒化アルミニウムを焼結した状態そのままでも適度な表面粗さとなることがあり、そのような場合には特別な表面処理を省き、焼結体の一方の面(半導体素子搭載側の面)のみを処理すればよい。

(作用)

本発明において、窒化アルミニウム基板は表面粗さの程度が一方の主面と他方の主面とで異な

るように処理されている。

このため、半導体チップ搭載側のメタライズ層とヒートシンクとの接合が共により最適な状態で行われる。

よって、半導体モジュールの接合強度に対する信頼性が大幅に向上する。

(実施例)

次に、本発明の実施例について図面を用いて説明する。

#### 実施例

第1図は本発明の一実施例の半導体モジュールを示す断面図である。

同図において、1は窒化アルミニウム焼結体からなるセラミックス基板である。この窒化アルミニウム基板1の一方の主面1aは、研削加工のような方法で表面粗さRa 0.3  $\mu\text{m}$  に処理され、他方の主面1bはホーニングにより表面粗さRaが1.0  $\mu\text{m}$  に処理されている。

ここで、表面粗さRaはJIS規格による測定方法に従って測定した中心線平均粗さを表している。

ている。

上記有機系耐熱性接着剤6は、窒化アルミニウム基板1およびヒートシンク7に対する濡れ性と熱伝導性などを考慮して選択されるものである。

なお、ここで言う耐熱性接着剤とは、半導体素子からの熱発散時に軟化や分解が生じなければよく、通常150℃程度の耐熱温度を有しているものであれば充分である。

たとえばヒートシンク7としてアルミニウムからなる放熱性容器を用いた場合には、窒化アルミニウムあるいはアルミニウムに対する濡れ性に優れている点と熱伝導性に優れている点から、耐熱性接着剤6としてはシリコン樹脂系の接着剤が適している。

シリコン樹脂系接着剤は、一般に180℃程度の耐熱温度を有し、かつ5W/㎡K~15W/㎡K程度の熱伝導率を有している。

また、熱伝導性を向上させる上で、良熱伝導性微粉末を充填材として含有するシリコン樹脂系接着剤を使用することがさらに好ましい。

このような窒化アルミニウム基板1は、はじめに主面1aを所定の粗さに調整した後、この主面1aをマスクングしてこれ以上粗さないよう保護し、このマスクングされた窒化アルミニウム基板に対してさらにホーニング、エッチングなどを施して他方の主面1bをさらに粗くすることにより得られる。

窒化アルミニウム基板1の主面1aにはモリブデンによる所定の回路パターン(図示省略)のメタライズ層2が形成され、メッキが施されるとともに、はんだ層3を介して半導体素子4が接合されている。

この半導体素子4はボンディングワイヤ5によって、メタライズ層2の回路と電気的に接続されている。

一方、上記窒化アルミニウム基板1における主面1aに対する他方の主面1b側は、有機系耐熱性接着剤6によりアルミニウムからなるヒートシンク7に接合されている。

これらによって半導体モジュールMが構成され

続いて、上記構成の半導体モジュールMの具体的な製造例と、その特性の評価結果について説明する。

まず、適量の焼結助剤を含有する窒化アルミニウム焼結体について、一対の主面をそれぞれの表面粗さに処理する。

次いで、表面粗さの小さい半導体素子実装部側の主面上にメタライズ層を形成し、さらにはんだ付けによって半導体素子を接合搭載する。

一方、ヒートシンク接合部側の主面には、有機系耐熱性接着剤としてシリコン樹脂系接着剤E S E-322(商品名:東芝シリコン社製)を介在させ、120℃で2時間放置してヒートシンクと窒化アルミニウム基板とを接合する。

こうして得た半導体モジュールを用いて、接合強度および放熱性の特性試験を行ったところ、接合強度は0.5Kgf/㎡と良好であり、放熱性にも優れていた。

#### 比較例1

窒化アルミニウム基板の表面を両主面ともに表

面粗さ  $R_a$  を  $0.3 \mu\text{m}$  に処理し、それ以外は実施例と同様にして、半導体モジュールを作製した。

この半導体モジュールを用いて実施例と同一条件で特性試験を行ったところ、放熱性はそれほど大きな低下は見られなかったが、接合強度は  $0.2 \text{Kg}/\text{cm}^2$  という結果であり、ヒートシンクと窒化アルミニウム基板との接合状態が充分でなかった。

#### 比較例 2

窒化アルミニウム基板の半導体素子搭載側の主面を表面粗さ  $R_a$  を  $0.3 \mu\text{m}$  に処理し、他方の主面を表面粗さ  $R_a$  を  $2.5 \mu\text{m}$  に処理した。

それ以外は実施例と同様にして、半導体モジュールを作製した。

この半導体モジュールを用いて実施例と同一条件で特性試験を行ったところ接合強度は  $0.2 \text{Kg}/\text{cm}^2$  という結果であり、ヒートシンクと窒化アルミニウム基板との接合状態が充分でなく、さらに大きな凹部にボイドが発生したため放熱性の低下も確認された。

これらの結果から明らかなように、この実施例

による半導体モジュールは、窒化アルミニウム基板の表面粗さをそれぞれに制御することによって、各接合部材との充分な接合強度を得ることができ、高い放熱性を付与することができた。

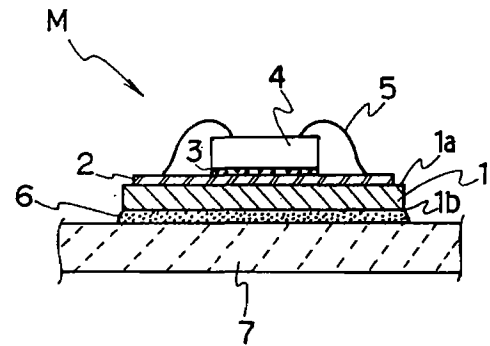
#### 【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば窒化アルミニウム基板の表面を、それぞれ接合する部材に合わせて適した状態に処理しているので、各接合部分での接合強度が良好で、信頼性の高い半導体モジュールを得ることができる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は、本発明の一実施例の半導体モジュールを示す断面図である。

- 1 …… 窒化アルミニウム基板
- 2 …… メタライズ層
- 3 …… はんだ層
- 4 …… 半導体素子
- 5 …… ボンディングワイヤ
- 6 …… 有機系耐熱性接着剤
- 7 …… ヒートシンク



第1図

M …… 半導体モジュール

出願人 株式会社 東芝  
代理人 弁理士 須山 佐一